ÜBER DEN NACHWEIS VON SPROSSPILZEN IM WASSER VON SCHWIMMBÄDERN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu
BONN

vorgelegt von

ULRICH SCHANBACHER

aus

HERZOGSWEILER

BONN 1976

ÜBER DEN NACHWEIS VON SPROSSPILZEN IM WASSER VON SCHWIMMBÄDERN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu
BONN

vorgelegt von

ULRICH SCHANBACHER

aus

HERZOGSWEILER

BONN 1976

Angefertigt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. E. Thofern

2. Gutachter: Prof. Dr. N. Lang

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Bonn
Direktor: Professor Dr. E. Thofern

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Druck: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Meinen Eltern in Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	7
2. Material und Methodik	14
2.1. Gewinnung der Badewasserproben	14
2.2. Herstellung der Reinkulturen	14
2.3. Differenzierung der Hefen	15
2.4. Untersuchung über das Verhalten von Candida albicans in Wasser mit unterschiedlichem Chlorgehalt	18
3. Versuchsergebnisse	20
4. Diskussion	29
5. Zusammenfassung	35
6. Literaturverzeichnis	36

Einleitung

Die Bedeutung von Schwimmbädern für die Übertragung pathogener Mikroorganismen ist vielfach diskutiert worden. So hat LEGLER (25) in einer umfassenden Darstellung alle bislang aus Badewasser isolierten Mikroorganismen zusammengestellt. Während für viele Gattungen und Arten Nachweise erfolgen konnten, findet sich in der vorstehend genannten Arbeit keine Angabe über Sproßpilze, obwohl diese vom Badenden auch an das Wasser abgegeben werden können.

So wird in der Veröffentlichung von SCHIRREN (36) das Vorkommen von Sproßpilzen auf der gesunden Haut beschrieben. SCHIRREN untersuchte 500 Probanden, die keine pathologischen Hautveränderungen aufwiesen.

Bei 70 % der männlichen und bei 52 % der weiblichen Versuchspersonen konnte er Hefepilze nachweisen. Häufigste Lokalisation waren die Füße, was sicher eine Folge der allgemein dort herrschenden feucht-warmen Bedingungen ist. Die Aufschlüsselung nach verschiedenen Hefearten ergab folgende prozentuale Verteilung auf die einzelnen Arten:

Tabelle 1:

Candida albicans	4,2 %
C. scotii	2,5 %
C. parapsilosis	11,6 %
C. guilliermondii	3,5 %
C. tropicalis	3,2 %
Torulopsis aeria	6,3 %
T. famata	28,7 %
T. sake	2,3 %
T. candida	2,7 %
T. dattila	9,5 %
Rhodotorula-Arten	6,5 %

Außer den genannten wurden nach LODDER (27)
noch folgende Arten beim Menschen nachgewiesen:

Tabelle 2:

Candida curvata	(Sputum, Fäces, Urin)
C. homicola	(Sputum, kranke Haut)
C. intermedia	(Fäces, Rachen)
C. krusei	(Nagelerkrankungen, Sputum, Fäces)
C. langeronii	(Sputum)
C. lipolytica	(Cornea)
C. melibiosica	(Sputum)
C. membranafaciens	(Urin, Hautläsionen)
C. norvegensis	(Sputum, Galle)
C. obtusa	(Sputum)
C. pelliculosa	(Sputum, Eiter, Nagel)
C. ravantii	(Hyperkeratose am Fuß)
C. rugosa	(Fäces)
C. silvae	(Sputum, Vaginalausfluß)
C. stellatoidea	(Vaginalausfluß)
C. tenuis	(Abszess)
C. utilis	(Sputum, Vaginalfluor)
C. viswanathii	(Sputum, Liquor)
C. zeylanoides	(Rachen)

Torulopsis etchellsi	(Sputum)
T. glabrata	(Fäces, Diabetikerurin, Vulva)
T. holmii	(Sputum)
T. inconspicua	(Sputum, Zunge)
Rhodotorula rubra	(Sputum, Fäces, Haut, Lungentbc, Nagelerkrankungen, Ulcerationen)
Rh. aurantiaca	(Colostrum)
Rh. glutinis	(Bronchus)

Die Frage, ob Hefen als primär pathogen anzusehen sind, oder ob sie grundsätzlich Hilfsfaktoren bedürfen, um die Abwehrschranke des Wirts zu überwinden, ist strittig. Es können fast alle Organe des Menschen befallen werden. Häufig sind Infektionen der Haut und Schleimhäute, des Respirations- und Verdauungstrakts.

Die hygienische Bedeutung liegt unter anderem darin, daß seitens behandelnder Ärzte oft der Hinweis gegeben wird, ein Vaginalfluor mit C. albicans z. B. sei nach dem Besuch eines Schwimmbades aufgetreten und daher müsse die Infektion im Bade erfolgt sein. Im Gegensatz zu der vielfachen Literatur über die Isolierung pathogener Mikroorganismen aus Schwimmbadwasser stehen aber die spärlichen Angaben über das Vorkommen von C. albicans oder anderer Sproßpilze.

Es gelang im Schrifttum lediglich die Arbeit der französischen Autoren CORDONNIER, PARENT, DE BEER (8) aufzufinden, in der über die Isolierung des fakultativ pathogenen Sproßpilzes C. albicans aus Duschen und Umkleidekabinen berichtet wird. CORDONNIER und Mitarbeiter konnten keine Sproßpilze im Badewasser nachweisen.

Der bislang sehr spärliche Nachweis kann auf drei Umständen beruhen:

1. Ungenügende Nachweismethodik

2. Große Empfindlichkeit der Pilze gegenüber Desinfektionsmitteln im Schwimmbadwasser

3. Ökologisches Verhalten, d. h. geringe Überlebenschancen außerhalb des menschlichen Körpers

Bevor auf die Methodik eingegangen wird, sollen die bislang in natürlichen Gewässern nachgewiesenen Candida-, Rhodotorula- und Torulopsisarten erwähnt werden. Von den insgesamt 81 Candida-, 9 Rhodotorula- und 36 Torulopsisarten konnten nach LODDER (27) bisher folgende aus Gewässern isoliert werden:

Tabelle 3:

Candida	Rhodotorula	Torulopsis
aquatica	aurantiaca	haemalonii
diddensii	glutinis	maris
humicola	graminis	torresii
lusitaniae	marina	
marina	minuta	
maritima	rubra	
ravantii		
valida		

Auffällig ist, daß zwar eine Vielzahl verschiedener Arten nachgewiesen wurde, C. albicans aber nicht.

Für die eigenen Untersuchungen ist ferner von Bedeutung, diejenigen dieser Hefearten abzugrenzen, welche im Boden und der Luft natürlicherweise vorkommen und damit auch im Schwimmbadwasser auftreten könnten.

Aufzählung der Arten, die bislang nach LODDER (27) im Boden und in der Luft nachgewiesen wurden:

Tabelle 4:

Candida	Rhodotorula	Torulopsis
boidenii	aurantiaca	candida
diddenii	glutinis	castellii
intermedia	graminis	
lipolytica	lactosa	
	marina	
	minuta	
	rubra	

Die Fragestellung der nachstehend geschilderten Untersuchungen lautete daher:

Können mit einer geeigneten Methodik C. albicans oder andere Candidaarten im Wasser von Schwimmbädern nachgewiesen werden?

II. Material und Methodik

2.1. Gewinnung der Badewasserproben

Es wurden 500 Proben aus 25 Freibädern, 72 öffentlichen und privaten Hallenbädern und aus 2 Badeseen entnommen. Die Entnahmen erfolgten jeweils am Beckeneinlauf und am Beckenauslauf. Zusätzlich wurden noch Proben von Filterrückspülwässern gewonnen, um festzustellen, ob die von BOTZENHART, THOFERN, KÜLPMANN (4) nachgewiesene intensive Besiedlung der Filter mit E. coli, coliformen Bakterien, Ps. aeruginosa und Proteus auch für Sproßpilze zutrifft.

Die Untersuchungsmengen (500 ml) wurden mit sterilen Flaschen, die einen Zusatz von Natriumthiosulfat zur Inaktivierung des Chlors enthielten, geschöpft und anschließend zur Untersuchung transportiert.

2.2. Herstellung von Reinkulturen

Die Proben wurden unter sterilen Bedingungen durch Membranfilter mit der Porengröße 0,45 μ filtriert.

Zur Gewinnung der Hefen aus dem Badewasser hätte sich auch angeboten, das Badewasser zu zentrifugieren, doch sind dadurch die Volumina erheblich begrenzt.

Die Passage durch Membranfilter wurde vorgezogen, um eine größere Testmenge zu erfassen. Es wurden je 250 ml der Proben filtriert, so daß sich pro Wasserprobe zwei Ansätze ergaben. Die Filter wurden dann in 10 ml SABOURAUD-Nährbouillon mit Zusatz von 1 mg/ml Penicillin und 0,8 mg/ml Streptomycin gegeben und bei 30°C bebrütet.

Nährbouillons, die nach 5 Tagen Bebrütung eine Trübung aufwiesen, wurden auf SABOURAUD-Platten mit Zusatz von 1 mg/ml Penicillin und 0,8 mg/ml Streptomycin überimpft, und diese dann bei 30°C bebrütet. Die Kulturen, die auf den SABOURAUD-Platten wuchsen, wurden mikroskopisch im Nativpräparat mit Cottonblue Farbstoff untersucht, und anschließend diejenigen Kulturen, die im Mikroskop Hefezellen zeigten, erneut auf SABOURAUD-Platten ausgestrichen.

Um sicher eine Reinkultur zu erhalten, wurden die dort wachsenden Kulturen nochmals auf SABOURAUD-Platten überimpft und nach dem Bebrüten im Kühlschrank bei 4°C bis zur Differenzierung aufbewahrt.

2.3. Differenzierung der Hefen

Es wurde die von DIDDENS und LODDER (27) vorgeschlagene Differenzierungsmethode übernommen.

Beurteilt wurde der mikroskopische Befund, die Fermentations- und Assimilationsfähigkeit.

a) Mikroskopischer Befund

Die Kriterien, die zur Beurteilung herangezogen wurden, waren Wuchsform, Sporen- und Pseudomyzelbildung. Untersucht wurde im Nativpräparat mit Cottonblue-Farbstoff.

b) Fermentation

Von jeder Hefe, die differenziert werden sollte, wurde eine Suspension in sterilem Aqua dest. hergestellt. Die Zucker (Glucose, Galaktose, Maltose, Saccharose, Laktose), deren Fermentation getestet werden sollte, wurden jeweils 1 ml der Suspension zugegeben. Die verwendeten Zucker wurden in Tablettenform bezogen. (Hersteller: BAG 6302 Lich /Oberhessen)

Die Ansätze wurden fünf Tage lang täglich ein Mal optisch kontrolliert, ob sich Gasbläschen als Zeichen der Fermentation gebildet hatten.

Nach weiteren 10 Tagen wurde abgelesen, ob sich ein Häutchen, ein Sediment und/oder ein Ring gebildet hatte.

c) Assimilation

Als Nährmedium wurde der von LODDER (27) angegebene kohlenhydratfreie Nährboden verwendet. Das Nährmedium wurde bis zum Flüssigwerden im Wasserbad erhitzt, anschließend auf

35°C abgekühlt, und die mit sterilem Aqua dest. hergestellte Hefesuspension von Zellen, die auf SABOURAUD-Agar herangewachsen waren, zugegeben.

Das noch flüssige Nährmedium wurde dann mit der zugegebenen Hefesuspension durchmischt und in eine sterile Petrischale ausgegossen.

Auf den erstarrten und im Brutschrank getrockneten Kulturplatten wurden dann an verschiedenen Stellen die zur Assimilation bestimmten Reinstzucker in Substanz aufgebracht und eingedrückt.

Die Platten wurden vier Wochen lang beobachtet. Die Assimilationsfähigkeit für einen bestimmten Zucker zeigte sich durch das Wachstum um die Einstichstellen, an denen der betreffende Zucker eingedrückt wurde. An diesen Stellen wurde das Nährmedium trübe. Daß es sich bei der Trübung um Hefekolonien handelte, wurde unter dem Stereomikroskop verifiziert.

Bei den Versuchen zur Fermentation und Assimilation wurde auf Sterilität und Reinstheit der Agentien streng geachtet, da sonst keine verwertbaren Ergebnisse zu erhalten gewesen wären.

Die bei der Fermentation und Assimilation abgelesenen Ergebnisse wurden in ein Schema eingetragen, und durch Vergleich mit dem von DIDDENS und LODDER vorgegebenen

Auxanogramm die übereinstimmenden Hefen herausgesucht. Die weitere Differenzierung zwischen den so diagnostizierten Hefen geschah durch die Einbeziehung des mikroskopischen Befundes.

2.4. Untersuchungen über das Verhalten von Candida albicans in Wasser mit unterschiedlichem Chlorgehalt.

Die Absterbgeschwindigkeit von C. albicans wurde in Wasser mit verschiedenem Chlorgehalt (0,2 mg/l freies Chlor, 0,4 mg/l freies Chlor) bei konstanter Temperatur (20°C) bestimmt.

Die eine Versuchsreihe wurde mit einer C. albicans-Konzentration von ca. 900 Keimen/ml durchgeführt. Die zweite Versuchsreihe mit einer Keimzahl von ca. 1.500/ml. Um die gewünschte Keimkonzentration zu erhalten, wurde als Vorversuch eine Verdünnungsreihe mit einer C. albicans-Suspension in physiologischer Kochsalzlösung hergestellt, und die notwendige Verdünnung der Stammaufschwemmung ermittelt. Die Stammaufschwemmungen wurden bis 10^{-6} verdünnt. 0,1 ml dieser Verdünnung ergaben auf SABOURAUD-Platte ausgestrichen ein Wachstum von ca. 80 bzw. 150 Kolonien. Von der Verdünnung 10^{-4} (1 ml enthält 80.000 bzw. 150.000 Keime) wurden 1,5 ml in 100 ml steriles Leitungswasser mit freiem Chlorgehalt von 0,2 mg/l bzw. 0,4 mg/l gegeben. Von diesem Zeitpunkt an wurden nach 3, 6, 12, 18, 24, 30 und 60 min. jeweils 0,1 ml

der Suspension auf SABOURAUD-Platten ausgestrichen. Nach 15, 30 und 60 min wurde außerdem der freie Chlorgehalt mit der Orthotolidinmethode bestimmt, um die Chlorzehrung zu erfassen.

Jede Bestimmung wurde doppelt ausgeführt, um Fehler, die sich in zu großen Abweichungen ausgedrückt hätten, zu erfassen. Aus den beiden Werten wurde der Mittelwert gebildet. Die erhaltenen Mittelwerte wurden dann in einem linearen Diagramm (Ordinate: Keimzahl, Abszisse: Zeit in Minuten) eingetragen, um das Ergebnis grafisch darzustellen.

Versuchsergebnisse

Die mit der vorgenannten Methode erzielten Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle zusammenfassend dargestellt. Außer den Pilzbefunden wurde die Bakterienkoloniezahl des Badewassers bei 20°C und bei 37°C Bebrütungstemperatur, der freie Chlorgehalt (mg/l), sowie das Vorkommen von coliformen-, Coli-, Proteus- und Pseudomonas aeruginosa Bakterien mituntersucht. Die Methodik hierzu wurde von BOTZENHART, THOFERN und HÜNEFELD (3) sowie von BOTZENHART, THOFERN und KÜLPMANN (4) beschrieben.

Insgesamt wurden je 235 Proben am Beckeneinlauf und am Beckenablauf entnommen. 30 der Proben entstammten Filterrückspülwässern.

Bei der Untersuchung der 500 Proben konnte 29 mal ein Sproßpilz isoliert werden. Die positiven Befunde standen in folgender Korrelation zum Entnahmeort und den zusätzlich erhobenen Untersuchungsbefunden:

Tabelle 5:

U. nummer	Ent. ort	Koloniezahl/ml 20°C	37°C	Coli	Colif.	Prot.	Ps. aerug.	Hefeart	fr.Chlor mg/l	Art des Schwimmbades
505	A	3000	2500	+	+			C. pelliculosa	0,0	Badesee
535	A	330	440	+	+			C. guillermondii	0,0	Badesee
623	A	350	260					C. lipolytica	0,0	Privat
683	A	1700	2100	+		+		C. guillermondii	0,0	Mineralfreibad
743	A	10000	16000	+	+			C. albicans	0,1	Privat
865	A	0	0					C. brumptii	1,0	Privat
884	A	30	1100					C. tenuis	0,0	Schule
920	Z	0	0					C. parapsilosis	0,5	Privat
956	A	4	8					C. parapsilosis	0,3	Hallenbad
651	A	1100	1700					T. glabrata	0,3	Hallenbad
677	A	0	0	+				T. glabrata	0,2	Freibad

Fortsetzung der Tabelle 5:

U. nummer	Ent. ort	Koloniezahl/ml 20°C	37°C	Coli	Colif.	Prot.	Ps. aerug.	Hefeart	fr.Chlor mg/l	Art des Schwimmbades
545	A	3000	2500	+	+			R. aurantiaca	0,3	Freibad
570	Z	0	6					R. glutinis	0,6	Freibad
573	A	0	0					R. glutinis	0,6	Freibad
735	A	6	0					R. glutinis	0,6	Privat
778	A	50	380					R. aurantiaca	0,05	Schule
782	A	1	6					R. glutinis	0,35	Schule
801	A	12	85					R. rubra	0,7	Privat
849	A	930	3500			+		R. rubra	0,0	Hallenbad
859	Z	8	19					R. glutinis	0,35	Schule
880	A	28	180					R. glutinis	0,1	Schule
882	A	2	25					R. glutinis	0,3	Schule
883	Z	37	1100	+	+			R. glutinis	0,1	Schule
894	A	16	12			+		R. glutinis	0,5	Hallenbad
913	A	73	500					R. rubra	0,2	Hallenbad
916	A	1	0					R. glutinis	0,3	Hallenbad
934	A	9	200					R. glutinis	0,1	Schule
935	Z	22	270					R. glutinis	0,1	Schule
900	A	50	130	+				R. graminis	0,1	Privat

Legende: Z = Beckeneinlauf A = Beckenablauf C = Candida T = Torulopsis
R = Rhodotorula + = nachgewiesen Coli = Coli Bakterien
Colif. = Coliforme Bakterien Prot. = Proteus Ps. aerug. = Pseudomonas aeruginosa

Die prozentuelle Gegenüberstellung der erhobenen Befunde ergibt folgende Ergebnisse:

1. In den 30 untersuchten Rückspülwässern konnte kein Sproßpilz nachgewiesen werden.

2. 85 % der gefundenen Sproßpilze entstammen dem Beckenablauf, 15 % dem Wasser in der Nähe des Beckeneinlaufs.

3. 60 % der gefundenen Sproßpilze korrelieren mit einem bakteriologischen Befund, der den Anforderungen der Richtlinien für Bäderbau und Bäderbetrieb (Gesamtkeimzahl < 100/ml, keine Coli- und coliformen Bakterien) nicht genügt.

4. 60 % der gefundenen Sproßpilze stammen aus Wasser, dessen freier Chlorgehalt $< 0{,}3$ mg/l war.

5. 40 % der untersuchten Ablaufwässer, deren freier Chlorgehalt 0,3 mg/l war, enthielten Sproßpilze.

6. 15 % der insgesamt untersuchten Wässer hatten einen Chlorgehalt $< 0{,}3$ mg/l.

7. 14 % der insgesamt untersuchten Badewässer entsprachen bezüglich ihrer Gesamtkeimzahl nicht den Richtlinien für Bäderbau und Bäderbetrieb.

8. Die 29 Nachweise von Sproßpilzen verteilen sich

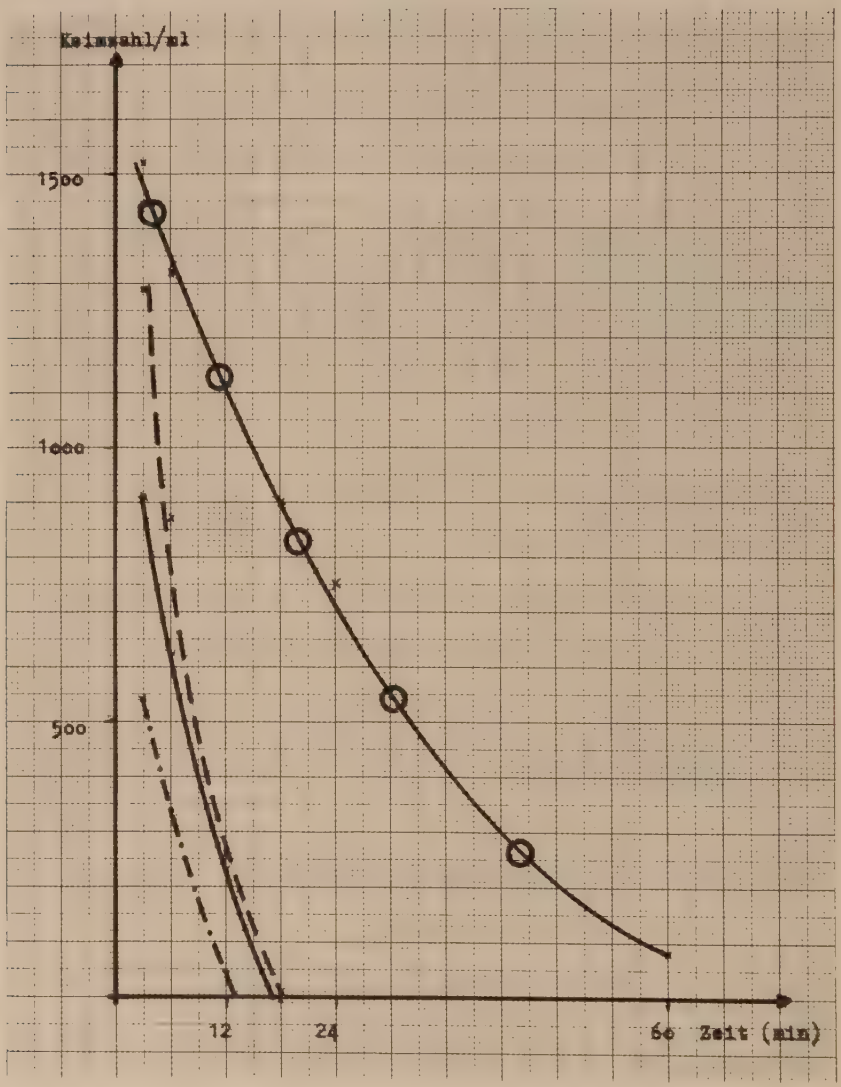
   9 mal auf die Gattung Candida mit 7 Arten

   2 mal auf die Gattung Torulopsis mit 1 Art

   18 mal auf die Gattung Rhodoturula mit 3 Arten

Abtötung von C. albicans durch freies Chlor in wässriger Suspension:

Abb. 1:



Legende zu Abb. 1:

= Anfangskeimzahl 1500/ml in Wasser mit 0,2 mg/l freiem Chlor

= Anfangskeimzahl 1500/ml in Wasser mit 0,4 mg/l freiem Chlor

= Anfangskeimzahl 900/ml in Wasser mit 0,2 mg/l freiem Chlor

= Anfangskeimzahl 900/ml in Wasser mit 0,4 mg/l freiem Chlor

Tabelle 6:

Bestimmung der Chlorzehrung:

Keimzahl 1500/ml

	Wasser mit 0,2 mg/l	Wasser mit C.a.,0,2 mg/l	Wasser mit 0,4 mg/l	Wasser mit C.a.,0,4 mg/l
nach				
15 min	0,18	0,18	0,36	0,36
30 min	0,17	0,17	0,36	0,27
60 min	0,16	0,14	0,26	0,20

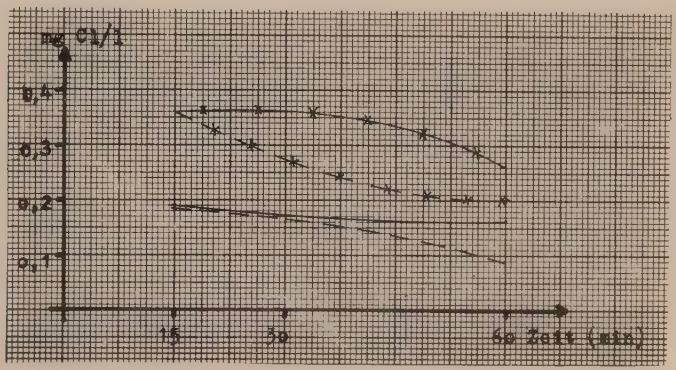
Keimzahl 900/ml

nach				
15 min	0,20	0,20	0,40	0,34
30 min	0,20	0,18	0,40	0,34
60 min	0,18	0,14	0,38	0,30

Legende: C.a.: C. albicans

Chlorzehrung in Wasser mit 0,2 mg/l und 0,4 mg/l freiem Chlor bei einer Keimzahl von 1500/ml:

Abb. 2:



Legende:

-*-*-*- = Leerprobe mit 0,4 mg/l freiem Chlor

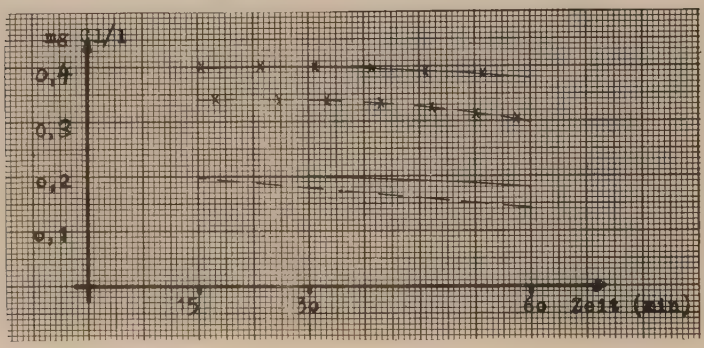
-*- -*- = Wasser mit 0,4 mg/l freiem Chlor und C. albicans

——— = Leerprobe mit 0,2 mg/l freiem Chlor

— — = Wasser mit 0,2 mg/l freiem Chlor und C. albicans

Chlorzehrung in Wasser mit 0,2 mg/l und 0,4 mg/l freiem Chlor bei einer Keimzahl von 900/ml:

Abb. 3:



Legende:

-x-x-x- = Leerprobe mit 0,4 mg/l freiem Chlor

-x- -x- = Wasser mit 0,4 mg/l freiem Chlor und C. albicans

——— = Leerprobe mit 0,2 mg/l freiem Chlor

—— —— = Wasser mit 0,2 mg/l freiem Chlor und C. albicans

Diskussion

Die vorstehend dargestellten Untersuchungen ergaben, daß in Wässern von Schwimmbädern mit einer hierfür entwickelten Anreicherung Sproßpilze nachgewiesen werden können.

Bezogen auf das untersuchte Wasservolumen ist ihre Zahl aber geringer als die anderer Mikroorganismen. Erst eine Anreicherung über Membranfiltration und die Bebrütung der Filter in einem Flüssignährmedium (SABOURAUD) ermöglichte die Isolierung. Hierin dürfte auch der Grund dafür zu suchen sein, daß anderen Untersuchern mit der üblichen Technik der Badewasseruntersuchung der Nachweis von Sproßpilzen bisher nicht gelang.

Art der gefundenen Sproßpilze und ihre Herkunft

Die gefundenen Sproßpilze lassen sich aus hygienischer Sicht in 2 Gruppen unterteilen; nämlich solche, die auf der Haut oder in Ausscheidungsprodukten des Menschen vorkommen, und von denen einige unter bestimmten Umständen pathogen werden können, und solche, die nur in der Umgebung des Menschen nachgewiesen wurden.

Zu der ersten Gruppe gehören die folgenden Arten:

Tabelle 7:

Candida	Torulopsis	Rhodotorula
albicans	glabrata	rubra
lipolytica		
parapsilosis		
pelliculosa		
tenuis		

Zur weiten Gruppe gehören:

Tabelle 8:

Candida	Rhodotorula
guilliermondii	glutinis
lipolytica	rubra
tenuis	aurantiaca
	graminis

Das Vorkommen der Sproßpilze der zweiten Gruppe in Erde und Luft macht es wahrscheinlich, daß diese Mikroorganismen mit der Luft und dem Staub in das Beckenwasser gelangen können.

Bei Schwimmbecken, die mit Leitungswasser gespeist werden, welches aus Oberflächenwasser aufbereitet wird, muß auch das Einschleppen einzelner, die Aufbereitung überlebender Hefezellen in Erwägung gezogen werden.

Vom Menschen können Sproßpilze, die sich auf der Haut oder in deren Ausscheidungsprodukten befinden, ins Badewasser gelangen.

Die hygienische Bedeutung

Geht man aufgrund der Untersuchungen von SCHIRREN (36) davon aus, daß Sproßpilze bei 70 % der männlichen und bei 52 % der weiblichen Bevölkerung auf der Haut vorkommen, so ist die Annahme berechtigt, daß sie beim Baden in das Wasser gelangen. Dem verbreiteten Vorkommen beim Menschen steht aber die relativ geringe Zahl positiver Nachweise im Badewasser gegenüber.

Dieser Befund kann für eine gute Abtötung der Hefen durch Chlor sprechen. Auch die Versuche dieser Arbeit über das Absterben von Kulturzellen von C. albicans haben erkennen lassen, daß bei ausreichender Chlorkonzentration eine Abtötung in einer hygienisch gewünschten Zeit erfolgt.

Ferner war aufgrund vorausgegangener Untersuchungen von BOTZENHART und Mitarbeitern (4) über das Vorkommen fakultativ pathogener Bakterien auf Schwimmbadfiltern die Frage zu klären, ob sich Hefen auch auf den Filtern der Badewasseraufbereitungsanlagen halten und gegebenenfalls vermehren können.

Die Untersuchung von 30 Rückspülwässern führte aber nicht zu einem kulturellen Nachweis. Wenn es sich dabei auch um eine kleine Zahl von Untersuchungen handelt, so spricht dieser Befund doch dafür, daß die Quarzkies-Filter kein geeignetes Milieu für die Hefen darstellen.

Der Befund, daß 85 % der gefundenen Hefen dem Wasser des Beckenablaufs und nur 15 % dem Wasser in der Nähe des Beckeneinlaufs entstammen, erhärten diese Annahme. Die in der Nähe des Beckeneinlauf gefundenen Hefen werden daher wahrscheinlich auch aus dem Beckenwasser stammen, das sich bereits mit dem Einlaufwasser gemischt hat.

Die Sproßpilze gelangen also im Schwimmbecken ins Badewasser und überleben die Passage durch die Badewasseraufbereitungsanlage nicht.

Das Zusammenfallen der Sproßpilznachweise mit Befunden, die den Richtlinien für Bäderbau und Bäderbetrieb nicht genügen

Die bereits oben erwähnten Untersuchungen von BOTZENHART und Mitarbeitern hatten für die Bakterienart Ps. aeruginosa

ergeben, daß diese auch nachweisbar war, wenn sich die Koloniezahl innerhalb der Zulässigkeitsgrenze bewegte und Coli- sowie coliforme Bakterien nicht vorhanden waren.

Hinsichtlich des Verhaltens der Hefen ergaben die eigenen Untersuchungen folgende Befunde:

60 % der gefundenen Sproßpilze korrelieren mit einem Befund, der den Richtlinien für Bäderbau und Bäderbetrieb nicht entsprach.

Ebenfalls 60 % der gefundenen Sproßpilze stammen aus Wasser, dessen freier Chlorgehalt unter 0,3 mg/l lag.

Überwiegend war also der Nachweis von Hefen mit einem auch sonst zu beanstandenden Befund verbunden. Es fanden sich aber auch Hefen in Badewasser, das keinen Anlaß zu einer Beanstandung gegeben hätte. Diese Korrelation trat 10 mal auf, wobei 7 mal R. glutinis, 2 mal C. parapsilosis und 1 mal C. brumptii nachgewiesen wurden.

Schlußfolgerung

Die Untersuchungen mit einer neuen Nachweismethode an 500 Schwimmbadwässern haben ergeben, daß Sproßpilze im Badewasser vorkommen können.

In Rückspülwässern von Schwimmbadfiltern gelang der Nachweis dagegen nicht.

Die experimentellen Befunde über das schnelle Absterben von C. albicans in Gegenwart von Chlor und die wahrscheinlich hierdurch bedingte seltene Nachweisbarkeit in Badewasser lassen die oft geäußerte Vermutung von Hefepilzinfektionen durch Schwimmbadwasser aber wenig wahrscheinlich werden.

Es handelt sich nach unserer Überzeugung hierbei um die Postulierung eines epidemiologischen Zusammenhangs, welcher bislang nicht nachgewiesen wurde und durch diese Untersuchung auch keine Stützung erfährt.

Zusammenfassung

Es wurde eine Anreicherungsmethode zur Anzüchtung von Sproßpilzen aus Badewasser entwickelt.

Sie bestand in der Membranfiltration von zwei mal 250 ml Wasser pro Probe und 5-tägiger Bebrütung der Filter in SABOURAUD-Bouillon mit Penicillin- und Streptomycinzusatz. Verdächtiges Wachstum wurde auf SABOURAUD-Agar abgeimpft. Diejenigen Kolonien, die bei der mikroskopischen Untersuchung hefeförmiges Wachstum zeigten, wurden dann mittels Fermentations- und Assimilationstests differenziert.

Mit dieser Methode gelang es aus 500 Badewasserproben 29 mal Sproßpilze nachzuweisen.

24 der Hefen stammten aus Wasser, das dem Beckenablauf entnommen wurde, 5 aus dem Wasser des Beckeneinlaufs.
Aus 30 Proben verschiedener Filterrückspülwässer konnte kein Sproßpilz isoliert werden.
Die gefundenen Hefen verteilten sich auf 12 Arten, die den Gattungen Candida, Rhodotorula und Torulopsis angehörten.

Versuche zur Ermittlung der Absterbegeschwindigkeit von C. albicans Kulturzellen in unterschiedlich dichten Suspensionen in Wasser mit verschiedenem Chlorgehalt bei konstanter Temperatur zeigten, daß bei ausreichender Chlorkonzentration ein Absterben in einer hygienisch gewünschten Zeit erfolgt.

Literaturverzeichnis

1. Anonym — Richtlinien für Bäderbau und Bäderbetrieb
Arch. Badew. 25 (1972) 521 - 533

2. Berndt, H. — Probleme der hygienischen Überwachung von Schwimmbädern
Heilbad und Kurort 21 (1969) 14 - 20

3. Botzenhart, K., Thofern, E. und Hünefeld, U. — Krankheitserreger im Wasser von Schwimmbädern - mit besonderer Berücksichtigung von Pseudomonas aeruginosa
Med. Msch. 26 (1972) 364 - 368

4. Botzenhart, K., Thofern, E. und Külpmann, W. R. — Schwimmbadfilter und bakteriologische Qualität des Badewassers
Öff. Gesundheitswes. 36 (1974) 326 - 331

5. Bühlmann, X. — Beitrag zur Prüfung der Assimilitationsfähigkeit von Hefen
ref. in: Schirren, C.; Rieth, H.
Hefepilze als Krankheitserreger bei Mensch und Tier
Springer Verlag Berlin 1963

6. Carlson, S. Erkenntnisse und Fortschritte in der Schwimmbadwasserhygiene
Zbl. Bakt. I. Abt. Ref. 229
(1972) 290 - 292

7. Carlson, S. Zur Hygiene der Freibadgewässer und öffentlichen Schwimmbäder
Bundesgesundheitsblatt 9 (1966)
169 - 172

8. Cordonnier, V., Parent, G. et De Beer, P. Enquête sur les champignons de Piscine dans la region du Nord, France
Bull. Soc. Franc. Derm. Syph. 77
(1970) 170 - 175

9. Drouhet, M. et Marcel, M. Flore dermatophytique des Piscines
Bull. Soc. Franc. Derm. Syph. 74
(1967) 719 - 724

10. English, M. P. Tinea pedis as a Public Health Problem
Br. J. Dermatol. 81 (1969) 705 - 707

11. Favero, M. S., Drake, C. and Randall, G. B. Use of Staphylococci as Indicator of swimming pool Pollution
Public Health Rep. 79 (1964) 61 - 70

12. Fayolle, J. et Lu, Th. — Une Mycose recidivante a Trichophyton rubrum
Bull. Soc. Franc. Derm. Syph. 77 (1970) 292 - 293

13. Fichtenbaum, R. — Über die Fußpilzinfektionen bei aktiven Schwimmsportlern und die Bedeutung der öffentlichen Badeanstalten
Mykosen 9 (1966) 91 - 103

14. Galgozy, I. — Über die mykotische Verunreinigung von Badeanstalten und Betriebsbrausebädern und der antimykotischen Desinfektion
Nepegefzfegügy 44 (1964) 152
ref. in: Zbl. Bakt. I. Abt. Ref. 196 (1964) 342

15. Gärtner, H. — Überwachung von Badewasser
Öff. Gesundheitswes. 34 (1972) 444-451

16. Geller, L. — Hautpilzerkrankungen
Kosmetik-Parfum-Drogen Rundschau 3/4 (1971)

17. Gentles, J. C. and Evans, E. G. — Foot infections in swimmingbaths
Br. med. J. 5874 (1973) III. 260-262

18. Gip, L. et al — Dermatophytes isolated from an open air public bath
Acta Derm.-Venereol. 48 (1968) 246 - 248

19. Götz, H. — Zur Frage der Häufigkeit der C. albicans in Hautläsionen
ref. in: Schirren, C., Rieth, H. Hefepilze als Krankheitserreger bei Mensch und Tier
Springer Verlag Berlin 1963

20. Gröschel, D. — Zur Frage des Risikos der Badeinfektionen.
Arch. des Badewesens 16 (1963) 128 - 130

21. Havemeister, G. — Badewasser
Öff. Gesundheitswes. 34 (1972) 76 - 80

22. Hein, H. und Neiß, A. — Vergleich verschiedener Nährlösungen zur Züchtung von Hefen
Pharm. Ind. 33 (1971) 75 - 78

23. Koch, H. — Leitfaden der Medizinischen Mykologie
Fischer Verlag 1973

24. Kudrjawzew, W. Systematik der Hefen
Akademie Verlag, Berlin 1960

25. Legler, F. Hygienische Probleme des Badewesens und des Campings
Off. Gesundheitswes. 34 (1972) 317 - 337

26. Liebscher, S. Enteroviren im Schwimmbadwasser
Z. Gesamte Hyg. 16 (1970) 198 - 200

27. Lodder, J. The Yeasts
North-Holland Publishing Company
Amsterdam 1970

28. Lüders, D. Candida- und Candidosen-Nachweis
Diagnostik 6 (1973) 336 - 339

29. Müller, G. Der Wert des Kokkennachweises bei gechlorten Wässern
Arch. Hyg. 151 (1967) 402 - 405

30. Polemann, G. Untersuchungen zur Verbreitung der C. albicans
ref. in: Schirren, C., Rieth, H.
Hefepilze als Krankheitserreger bei Mensch und Tier
Springer Verlag Berlin 1963

31. Rieth, H. Pilzvorkommen in Bädern und die Bedeutung ihrer Bekämpfung für die menschliche Gesundheit
Städtehygiene 20 (1969) 282 - 285

32. Rieth, H. Differentialdiagnose der Candida-Pilze
Arch. klin. exp. Derm. 205 (1958)
541 - 550

33. Ritter, C. and Treece, E. L. Sanitary significance of cocci in swimming pools
Amer. J. Publ. Health 38 (1948)
1532 - 1538

34. Schabinski, G. Grundriß der Medizinischen Mykologie
VEB Fischer Verlag Jena 1960

35. Seeliger, H. Directmicroscopie Examination and Culture for Determination of Pathogens in Systematic Mykoses
Clinical Excerpts 28 Bayer Germany
1243 - 1250

36. Schirren, C. und Rieth, H. Hefepilze als Krankheitserreger bei Mensch und Tier
Springer Verlag Berlin 1963

37. Staib, F. Neue Gesichtspunkte zur Bewertung von Candida albicans beim Menschen
Diagnostik 7 (1974) 537 - 538

38. Wilde, H. Über die Häufigkeit von Hand- und Fußmykosen bei Kindern und Erwachsenen
Z. Haut Geschlechtskr. 10 (1951)
252 - 255

Herrn Professor Dr. med. E. Thofern möchte ich für die Überlassung des Themas der vorliegenden Dissertation und die jederzeit freundlichste Unterstützung herzlich danken.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau Dr. rer. nat. Heymer (Hautklinik Bonn) für die aufgeschlossene und freundliche Unterstützung bei der Differenzierung der Sproßpilze und Frau M. Schmitz für die immer freundliche Hilfe und die wertvollen Anregungen bei der Arbeit im Laboratorium.

Lebenslauf

Am 13. Mai 1949 wurde ich, Ulrich Schanbacher, als Sohn des Oberlehrers Karl Schanbacher und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Eberhardt, in Herzogsweiler (Baden-Württemberg) geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Herzogsweiler und Freudenstadt, das math.-nat. Gymnasium in Freudenstadt. Die Reifeprüfung bestand ich am 26. Juni 1968 am Kepler-Gymnasium in Freudenstadt.

Das Medizinstudium begann ich im Wintersemester 1968 an der Universität Freiburg /Breisgau. Dort bestand ich am 26. September 1969 das Vorphysikum und am 5. Oktober 1971 das Physikum.

Ich setzte das Medizinstudium an der Universität Bonn fort, wechselte im Wintersemester 1972 für ein Semester an die Universität in Wien /Österreich und bestand am 29. Januar 1975 das medizinische Staatsexamen.